

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 619**

51 Int. Cl.:

H03M 7/30 (2006.01)

H03M 7/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2016** **E 16192404 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2022** **EP 3306821**

54 Título: **Métodos de conversión o reconversión de una señal de datos y método y sistema para la transmisión y/o recepción de datos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.02.2023

73 Titular/es:
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN (100.0%)
Arcisstrasse 21
80333 München, DE

72 Inventor/es:
BÖCHERER, DR. ING. GEORG;
SCHULTE, PATRICK y
STEINER, FABIAN

74 Agente/Representante:
DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 933 619 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Métodos de conversión o reconversión de una señal de datos y método y sistema para la transmisión y/o recepción de datos

- 5 [0001] La presente invención se refiere a métodos para convertir o reconvertir una señal de datos y a un método y un sistema para la transmisión y/o recepción de datos.
- [0002] En el campo de la conversión, transmisión y/o recepción de señales de datos a través de ciertos tipos de canales para comunicar secuencias de símbolos, un cierto grado de consumo de energía va acompañado de los procesos subyacentes.
- 10 [0003] Los Transmisores y Receptores para la multiplexación por división de frecuencia Ortogonal son conocidos en la técnica.
- [0004] El artículo del IEEE "Rate Adaptation and Reach Increase by Probabilistic Shaped 64-QAM: An Experimental Demonstration", publicado en IEEE Transactions of Information Theory, Vol. 34, XP002768328, divulga el uso de técnicas de correspondencia de distribución "distribution matching" para generar símbolos QAM.
- 15 [0005] El artículo del IEEE "Constant Composition Distribution Matching", publicado en IEEE Transactions of Information Theory, Vol. 62 No. 1, XP011594649, divulga transformadores de correspondencia de distribución.
- [0006] La tesis doctoral titulada "Capacity-Achieving Probabilistic Shaping for Noisy and Noiseless Channels", XP002768327, revela el uso de la conformación probabilística en las transmisiones de datos. El artículo del IEEE "Optimal Nonuniform Signaling for Gaussian Channels", publicado en IEEE Transactions of Information Theory, Vol. 39, XP000383031, divulga esquemas de transmisión de datos a una velocidad variable.
- 20 [0007] El documento WO02/15443A1 divulga una técnica de codificación Huffman para conformar ganancias.
- [0008] El artículo del IEEE "Computation of Channel Capacity and Rate-Distorsion Functions", publicado en IEEE Transactions of Information Theory, Vol. IT-18, No 4, XP000797368, revela un enfoque de definición de la información mutua como un máximo sobre un espacio apropiado, que permite que las capacidades de los canales puedan definirse como dobles máximos y las funciones de distorsión nominal como dobles mínimos.
- 25 [0009] Es un objeto subyacente a la presente invención presentar métodos de conversión o reconversión de señales de datos y métodos y sistemas para la transmisión y/o recepción de datos con una mayor fiabilidad de los procesos subyacentes bajo un consumo de energía reducido o, al menos, una eficiencia energética mejorada.
- 30 [0010] Las reivindicaciones independientes adjuntas definen el alcance de la protección. Todos los ejemplos y descripciones técnicas de aparatos, productos y/o métodos en la descripción y/o los dibujos no cubiertos por las reivindicaciones se presentan no como modos de realización de la invención, sino como antecedentes o ejemplos útiles para la comprensión de la invención. Los modos de realización preferidos se definen en las respectivas reivindicaciones dependientes.
- [0011] Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un método para convertir una señal de datos que comprende procesos de
- 35 - proporcionar un flujo de símbolos de entrada que sea representativo de la señal de datos a convertir,
- demultiplexar el flujo de símbolos de entrada para descomponer consecutivamente el flujo de símbolos de entrada en un número m de flujos de símbolos parciales descompuestos, siendo m un número natural,
- aplicar a cada uno de los flujos de símbolos parciales descompuestos un proceso de correspondencia de distribución asignada, generando y emitiendo para cada flujo de símbolos parciales descompuestos una pre-secuencia respectiva de n_j símbolos como secuencia de símbolos de salida intermedia, siendo n_j un número natural para todos $j = 1$ a m ,
- 40 y
- suministrar las presecuencias emitidas por los procesos de correspondencia de distribución a al menos un proceso de mapeo de símbolos para generar y emitir una señal representativa de una secuencia de símbolos de salida final como señal de datos convertida.
- 45 [0012] De acuerdo con la presente invención, cada uno de los procesos de correspondencia de distribución y el proceso de mapeo de símbolos se basan en un alfabeto de símbolos respectivo asignado y la cardinalidad de cada uno de los alfabetos de los procesos de correspondencia de distribución es menor que la cardinalidad del alfabeto del proceso de mapeo de símbolos.

[0013] Por lo tanto, es un aspecto clave de la presente invención elegir los alfabetos de los procesos de correspondencia de distribución subyacentes de tal manera que tengan una cardinalidad menor, es decir, un número menor de elementos diferentes en el conjunto de miembros que describen el alfabeto respectivo, que la cardinalidad del proceso de asignación de símbolos. Con esta selección es posible procesar los datos que se van a convertir y, en particular, gestionar su transmisión con un mayor grado de eficacia.

[0014] La presente invención puede aplicarse en el contexto de formas de símbolos más concretas.

[0015] Por lo tanto, en algunas aplicaciones prácticas el método inventivo puede centrarse en símbolos en forma de dígitos binarios, es decir, bits. Así, y de acuerdo con la presente invención y en ciertos modos de realización de la misma, los términos flujo de símbolos de entrada, flujo de símbolos parciales, proceso de correspondencia de distribución, pre-secuencia de símbolos, secuencia de símbolos de salida intermedia, proceso de mapeo de símbolos, secuencia de símbolos de salida final y similares pueden centrarse en símbolos en forma de bits, sustituyendo así estos términos regulares mencionados por los respectivos términos técnicos especializados de flujo de bits de entrada, flujo de bits parciales, proceso de correspondencia de distribución de bits, pre-secuencia de bits, secuencia de bits de salida intermedia, proceso de mapeo de bits, secuencia de bits de salida final y similares, respectivamente.

[0016] Cada etapa e incluso las etapas intermedias del proceso según la presente invención pueden referirse a bits y combinaciones de bits como símbolos.

[0017] Para aumentar aún más la eficiencia de los procesos subyacentes, cada uno de los procesos de correspondencia de distribución puede configurarse para que sea invertible, asegurando así un mapeo 1 a 1 de las secuencias de símbolos.

[0018] Según otro modo de realización preferido del método para convertir una señal de datos, cada uno de los procesos de correspondencia de distribución respectivos puede configurarse para utilizar un número respectivo k_j de símbolos consecutivos proporcionados por el proceso de demultiplexación, siendo k_j para cada $j = 1, \dots, m$ un número natural.

[0019] En tales circunstancias, para un proceso de correspondencia de distribución respectivo, el número respectivo k_j de símbolos consecutivos es uno de fijo o variable.

[0020] En particular, un número variable de k_j símbolos consecutivos conectados con cada uno de los respectivos procesos de correspondencia de distribución aumenta la flexibilidad y, por tanto, la eficacia del método inventivo para convertir una señal de datos.

[0021] De acuerdo con otro aspecto preferido de la presente invención, adicionalmente o alternativamente el proceso de mapeo de símbolos puede ser configurado para ser invertible, también.

[0022] Según otro modo de realización ventajoso de la presente invención, los números de símbolos consecutivos proporcionados con las respectivas presecuencias y por los respectivos procesos de correspondencia de distribución subyacentes pueden ser uno de diferentes o idénticos.

[0023] En otras palabras, cada uno de los procesos de correspondencia de distribución puede estar configurado de tal manera que para cada par de procesos de correspondencia de distribución la relación

$$n_{j1} = n_{j2} \quad (1)$$

puede cumplirse, para cada $j1, j2 = 1, \dots, m$ siendo números naturales y con n_{j1}, n_{j2} como números naturales que describen el número de símbolos consecutivos proporcionados con la respectiva pre-secuencia y por los respectivos procesos de correspondencia de distribución subyacentes.

[0024] Adicionalmente o alternativamente, el proceso subyacente de proporcionar el flujo de símbolos de entrada puede comprender al menos uno de recuperar el flujo de símbolos de entrada desde un medio de almacenamiento o desde un proceso de generación de símbolos y recibir, demodular y/o decodificar una señal que sea representativa de o que transmita el flujo de símbolos de entrada.

[0025] Puede lograrse un grado particularmente alto de eficiencia energética si cada uno de los procesos de correspondencia de la distribución y/o dicho proceso de asignación de símbolos es/son al menos uno de los que se basan en una distribución predefinida y se eligen de acuerdo con ella, y en particular en una distribución gaussiana.

[0026] Sin embargo, y dependiendo de la aplicación particular, otras distribuciones pueden ser más adecuadas.

- 5 [0027] La construcción de la distribución subyacente respectiva será realizada por el respectivo proceso de correspondencia de distribución. En otras palabras, cada uno de los procesos de adaptación de la distribución puede configurarse para organizar los símbolos consecutivos proporcionados por el proceso de demultiplexación dentro de cada una de las pre-secuencias de símbolos n_j , de manera que para la secuencia de símbolos de salida final la distribución empírica coincida con la distribución subyacente respectiva o se aproxime a ella.
- [0028] Por ejemplo, esto puede lograrse si cada uno de los procesos de correspondencia de distribución y/o dicho proceso de mapeo de símbolos está/están configurados para lograr una aproximación de la distribución empírica de la secuencia de símbolos de salida final a la respectiva distribución subyacente, indexando en consecuencia las respectivas secuencias de salida de un respectivo conjunto completo de candidatos.
- 10 [0029] Según otro modo de realización preferido del método inventivo para convertir una señal de datos, el proceso de mapeo de símbolos puede tener m canales de entrada.
- [0030] Adicional o alternativamente, m canales de entrada pueden ser distribuidos en una pluralidad de subprocesos de mapeo de símbolos que constituyen el proceso de mapeo de símbolos en su totalidad.
- 15 [0031] En un modo de realización concreto, el proceso de asignación de símbolos puede basarse en un proceso de modulación y, en particular, en un proceso de modulación de amplitud en cuadratura digital o analógica.
- [0032] Además, el método inventivo para convertir una señal de datos puede simplificarse si el flujo de símbolos de entrada, al menos uno de los flujos de símbolos parciales, al menos una de las respectivas presecuencias de secuencias de símbolos de salida intermedias y/o la secuencia de símbolos de salida final están formados al menos parcialmente por bits binarios.
- 20 [0033] Según otro aspecto de la presente invención se proporciona un método para reconvertir una señal de datos, en particular en vista de una señal de datos ya convertida.
- [0034] Este método comprende procesos de
- proporcionar un flujo de símbolos de entrada que sea representativo para el - en particular convertido
 - señal de datos a reconvertir,
- 25 - suministrar dicho flujo de símbolos de entrada a al menos un proceso de mapeo de símbolos inverso con m canales de salida y siendo m un número natural para generar y dar salida a un número de m secuencias intermedias de símbolos de salida de n_j símbolos siendo n_j un número natural para todos $j = 1$ a m ,
- aplicar a cada una de las secuencias intermedias de símbolos de salida un proceso de correspondencia de distribución inversa asignado, generando y emitiendo así para cada una de las secuencias intermedias de símbolos de salida un respectivo flujo parcial de símbolos k_j , siendo k_j un número natural para todos $j = 1$ a m , y
- 30 - multiplexar los flujos parciales de símbolos para componer y emitir consecutivamente un flujo final de símbolos de salida que sea representativo de la señal de datos reconvertida.
- [0035] En tales circunstancias, cada uno de los procesos de correspondencia de distribución inversa y el proceso de mapeo de símbolos inverso se basan en un respectivo alfabeto de símbolos asignado y la cardinalidad de cada uno de los alfabetos de los procesos de correspondencia de distribución inversa es menor que la cardinalidad del alfabeto del proceso de mapeo de símbolos inverso.
- 35 [0036] Cada uno de los respectivos procesos de correspondencia de distribución inversa puede estar configurado para ser invertible.
- [0037] Además o alternativamente, cada uno de los respectivos procesos de correspondencia de distribución inversa puede estar configurado para emitir un número respectivo k_j de símbolos consecutivos que se proporcionarán al proceso de multiplexación, siendo k_j para cada $j = 1, \dots, m$ un número natural y para un respectivo proceso de correspondencia de distribución inversa el número respectivo k_j de símbolos consecutivos puede ser uno de fijo o variable. La variabilidad de los números k_j produce intrínsecamente la variabilidad de todo el proceso.
- 40 [0038] El proceso de mapeo de símbolos inverso puede ser configurado para ser invertible, también.
- 45 [0039] Para simplificar el método de reconversión de una señal de datos, según otro modo de realización preferido del mismo, cada uno de los procesos de correspondencia de distribución inversa puede configurarse de manera que para cada par de procesos de correspondencia de distribución inversa la relación

$$n_{j1} = n_{j2} \quad (1)$$

puede cumplirse, para cada $j1, j2 = 1, \dots, m$ siendo números naturales y n_{j1}, n_{j2} describiendo el número de símbolos consecutivos que se proporcionará con las respectivas secuencias a los respectivos procesos de correspondencia de distribución inversa subyacentes.

5 [0040] Adicionalmente o alternativamente, el proceso de proporcionar el flujo de símbolos de entrada puede comprender al menos uno de recuperar el flujo de símbolos de entrada desde un medio de almacenamiento o desde un proceso de generación de símbolos, y recibir, demodular y/o decodificar una señal que sea representativa de o que transmita el flujo de símbolos de entrada.

10 [0041] Además, cada uno de los procesos de correspondencia de la distribución inversa y/o dicho proceso de mapeo de símbolos inverso puede ser al menos uno de ellos basado y elegido según una distribución predefinida y en particular en una distribución gaussiana. De nuevo, pueden intervenir otras distribuciones distintas de la gaussiana.

15 [0042] Cada uno de los procesos de correspondencia de distribución inversa DM_{j-1} con $j = 1, \dots, m$ puede configurarse de manera que los procesos de correspondencia de distribución subyacente DM_j con $j = 1, \dots, m$ sean capaces de ordenar los símbolos consecutivos proporcionados por un proceso de demultiplexación DMX dentro de una respectiva de las presecuencias $bn_1, \dots, bn_m$ de símbolos n_j , de manera que para una secuencia de símbolos de salida final S la distribución empírica coincida con la respectiva distribución subyacente o se aproxime a ella.

[0043] Adicionalmente o alternativamente

- cada uno de los procesos de correspondencia de la distribución inversa DM_{j-1} con $j = 1, \dots, m$ y/o

- dicho proceso de mapeo de símbolos inverso BM_{-1}

20 puede configurarse de manera que los procesos de correspondencia de la distribución subyacente DM_j con $j = 1, \dots, m$ y/o el proceso de mapeo de símbolos BM sean capaces de aproximar la distribución empírica de una secuencia de símbolos de salida final S a la respectiva distribución subyacente, indexando en consecuencia las respectivas secuencias de salida de un conjunto completo de candidatos.

25 [0044] Según otro aspecto de la presente invención se proporciona un método para la transmisión y/o recepción de datos. El método inventivo comprende al menos una sección de transmisión de datos y una sección de recepción de datos. La sección de transmisión de datos y/o la sección de recepción de datos pueden incluir al menos uno de los métodos inventivos para convertir una señal de datos y para reconvertir una señal de datos como se ha descrito anteriormente.

30 [0045] En un modo de realización preferido del método inventivo para la transmisión de datos y/o la recepción de datos, los procesos de correspondencia de distribución implicados y los procesos de correspondencia de distribución inversos pueden ser inversos entre sí y/o pueden tener respectivamente alfabetos coincidentes.

[0046] Adicional o alternativamente, los procesos de mapeo de símbolos involucrados y los procesos de mapeo de símbolos inversos pueden ser inversos entre sí y/o pueden tener alfabetos respectivamente coincidentes.

35 [0047] La presente invención también sugiere un sistema de transmisión y/o recepción de datos. El sistema inventivo comprende una unidad de procesamiento configurada para realizar cualquiera de los métodos según la presente invención y comprende medios respectivos para llevar a cabo dichos métodos.

[0048] Además, los métodos inventivos descritos anteriormente pueden realizarse mediante un código aceptable y ejecutable por un ordenador o un medio de procesamiento de señales digitales.

40 [0049] También dentro del alcance de la presente invención, se proporciona un programa de ordenador, que comprende un código de ordenador adaptado para permitir que un ordenador y/o un medio de procesamiento de señales digitales ejecuten cualquiera de los métodos según la presente invención cuando el código se ejecuta en el ordenador y/o el medio de procesamiento de señales digitales, respectivamente.

[0050] Estos y otros aspectos, detalles, ventajas y características de la presente invención se describirán basándose en los modos de realización de la invención y haciendo referencia a las figuras adjuntas.

45 Las figuras 1 a 5 muestran diagramas de bloques que elucidan aspectos generales del método de conversión de una señal de datos según la presente invención.

Las figuras 6 a 8 muestran diagramas de bloques que elucidan aspectos generales del método para reconvertir una señal de datos según la presente invención.

Las figuras 9 a 13 ejemplifican un modo de realización concreto del método para convertir una señal de datos según la presente invención utilizando una pluralidad de tres correspondencias de distribución.

Las figuras 14 y 15 demuestran un modo de realización concreto alternativo del método para convertir una señal de datos según la presente invención utilizando una pluralidad de tres correspondencias de distribución.

La figura 16 es un diagrama de bloques para elucidar los modos de realización de un sistema de transmisión y/o recepción de datos según la presente invención y la incorporación de los métodos para convertir/reconvertir una señal de datos incorporada en el mismo.

[0051] En los siguientes modos de realización y los antecedentes técnicos de la presente invención se presentan en detalle tomando como referencia las figuras adjuntas 1 a 16. Los elementos idénticos o equivalentes y los elementos que actúan de forma idéntica o equivalente se indican con los mismos signos de referencia. No se repite en cada caso una descripción detallada de los elementos y componentes.

[0052] Las características representadas y descritas y otras propiedades de los modos de realización de la invención pueden aislarse y recombinarse arbitrariamente sin dejar de lado la esencia de la presente invención.

[0053] Antes de entrar en detalle con respecto a los aspectos de los métodos para convertir/reconvertir una señal de datos y los métodos para la transmisión/recepción de datos se hace referencia a la figura 16 y su vista general sobre los sistemas y métodos para la conversión/reconversión de datos y/o la transmisión/recepción de datos.

[0054] Por lo tanto, la figura 16 es un diagrama de bloques para elucidar los modos de realización de un sistema de transmisión y/o recepción de datos según la presente invención y la integración de los métodos para convertir/reconvertir una señal de datos integrada en la misma.

[0055] El esquema según la figura 16 sigue en general el concepto de codificación y modulación en comunicación digital propuesto en 1974 por Massey. El esquema de la figura 16 divulga un sistema T - ya sea una estructura de hardware, una configuración de un método o de unidades de procesamiento o una combinación de las mismas - que comprende (i) una unidad de fuente de información T1 configurada para proporcionar una señal U que debe ser convertida y transmitida, una (ii) unidad de codificación T2 configurada para recibir y codificar la señal U y emitir una señal codificada X, (iii) una unidad moduladora T3 configurada para recibir y modular la señal codificada X y dar salida a una señal modulada s(t) para su transmisión a través de (iv) una unidad de canal de transmisión/recepción de forma de onda T4, (v) una unidad demoduladora T5 configurada para recibir la señal modulada s(t) en una forma r(t) posiblemente distorsionada por la unidad de canal de transmisión T4 y para demodular dicha señal con el fin de emitir una señal demodulada Y, (vi) una unidad decodificadora T6 configurada para recibir y decodificar la señal demodulada Y y para emitir la señal decodificada V, y (vii) una unidad de recepción de información T7 configurada para recibir la señal decodificada V.

[0056] Según la presente invención, la fuente de información T1 y el destino de información "information sink" T7 pueden ser cualquier tipo de fuente o destino de información o señal, respectivamente. Se puede utilizar cualquier tipo de medio de almacenamiento. Alternativamente, cualquier otro canal de transmisión/recepción arbitrario puede estar involucrado.

[0057] Como ya se ha mencionado anteriormente, según la presente invención se proporciona un método C para convertir una señal de datos U y, alternativa o adicionalmente, un método RC para reconvertir una señal de datos Y. Estos métodos C y RC según la presente invención pueden abarcar o ser una parte de la unidad de codificación de información T2 y de la unidad de decodificación T6, respectivamente. Adicionalmente o alternativamente, se pueden realizar también partes de la unidad de fuente de información T1 y/o de la unidad moduladora T3, por un lado, y de la unidad demoduladora T5 y/o de la unidad de recepción de información T7, por otro lado.

[0058] Las figuras 1 a 5 elucidan mediante diagramas de bloques aspectos generales del método C para convertir una señal de datos U según la presente invención.

[0059] La señal de datos U obtenida de una unidad de fuente de información T1 en el caso mostrado en las figuras 1 a 5 está representada por o es idéntica a un flujo de símbolos de entrada B que no es necesariamente pero puede ser un flujo de dígitos binarios o bits. El flujo de símbolos de entrada B puede tener una longitud finita o puede representarse como un flujo continuo de símbolos.

[0060] En este ejemplo, un número finito $k_1 + \dots + k_m$ de símbolos o bits se suministra a un proceso de demultiplexación o unidad DMX. Por la acción del proceso de demultiplexación o unidad DMX a partir del flujo de símbolos de entrada B se selecciona un número de m conjuntos de $k_1, \dots, k_m$ símbolos como flujos de símbolos parciales $B_1, \dots, B_m$. Este proceso se muestra esquemáticamente en la figura 1.

[0061] Según el proceso mostrado en la figura 2, los flujos de símbolos parciales $B_1, \dots, B_m$ se suministran a un número respectivo de m emparejadores de distribución "distribution matchers" DM_1 a DM_m, cada uno de los cuales tiene un alfabeto asignado ADM_1 a ADM_m de símbolos. Cada uno de los m emparejadores de distribución DM_1 a

DM_m está configurado para derivar, a partir de los flujos de símbolos parciales de entrada B₁, ..., B_m y basándose en el respectivo alfabeto asignado ADM₁ a ADM_m de símbolos, una respectiva pre-secuencia de símbolos bn₁ a bn_m con una determinada longitud n₁ a n_m.

5 [0062] De acuerdo con la presente invención, las longitudes n₁ a n_m de las presecuencias de símbolos bn₁ a bn_m basadas en los alfabetos asignados ADM₁ a ADM_m de símbolos y emitidos por los respectivos emparejadores de distribución DM₁ a DM_m pueden ser diferentes. Sin embargo, también pueden ser idénticos cuando se comparan entre sí.

10 [0063] Además o alternativamente, las longitudes k₁, ..., k_m de los flujos de símbolos parciales B₁, ... B_m de entrada a los respectivos emparejadores de distribución DM₁ a DM_m pueden ser fijos o pueden ser variables dentro del proceso subyacente.

[0064] Las pre-secuencias bn₁ a bn_m de símbolos generadas por los respectivos emparejadores de distribución DM₁ a DM_m se suministran a un proceso o unidad de mapeo de símbolos BM - que en el caso de que los símbolos sean bits binarios también puede llamarse mapeador de bits - que tiene asignado un alfabeto mapeador de bits ABM como se muestra en la figura 3.

15 [0065] Es un aspecto clave de la presente invención que la cardinalidad - es decir, el número de elementos del conjunto de elementos subyacente - de cada uno de los alfabetos ADM₁ a ADM_m de los emparejadores de distribución subyacente DM₁ a DM_m sea menor que la cardinalidad del alfabeto ABM del proceso o unidad de mapeo de símbolos subyacente BM.

20 [0066] De acuerdo con la acción del proceso o unidad de mapeo de símbolos BM se genera una secuencia de símbolos de salida S basada en el alfabeto mapeador de bits subyacente ABM y se emite para su posterior transmisión, procesamiento o similar, como se muestra en la figura 3.

[0067] La figura 4 muestra una vista alternativa del proceso mostrado en la figura 3, en la que el proceso o unidad de mapeo de bits BM está compuesto por una pluralidad de subprocesos o subunidades de mapeo de bits BM₁ a BM₁ que tienen acceso a subconjuntos respectivos de las presecuencias de entrada bn₁ a bn_m de manera bien definida.

25 [0068] La figura 5 ofrece una visión general combinando los procesos de las figuras 1 a 3.

[0069] Las figuras 6 a 8 elucidan mediante diagramas de bloques aspectos generales del método RC para reconvertir una señal de datos Y según la presente invención.

30 [0070] Según la presente invención, el método RC para reconvertir una señal de datos Y mostrada en las figuras 6 a 8 comprende más o menos los pasos de procesamiento inversos u opuestos y los resultados descritos en relación con el esquema de procesamiento de las figuras 1 a 5.

[0071] Aquí, la secuencia de símbolos de entrada se denota por S' y puede ser idéntica o representativa de una señal demodulada Y recibida sobre una unidad de canal de transmisión/recepción T4 mostrada en la figura 16.

35 [0072] Como se muestra en la figura 6, la secuencia de símbolos de entrada S' - de nuevo referida como una secuencia finita de símbolos o como una secuencia de símbolos de entrada continua - se suministra a un proceso o unidad de mapeo inverso de símbolos BM-1 que se basa en el respectivo alfabeto ABM de símbolos y está configurado para dar salida a un número de m secuencias bn₁' a bn_m' de símbolos de los alfabetos ADM₁ a ADM_m de un número de m procesos de correspondencia de distribución inversa asignados o unidades DM1-1 a DM_m-1 a las que se suministran respectivamente las secuencias bn₁' a bn_m' de símbolos, como puede verse en relación con la figura 7.

40 [0073] Según la acción de los respectivos procesos o unidades de correspondencia de distribución inversa DM1-1 a DM_m-1 las secuencias de símbolos de entrada bn₁' a bn_m' de los alfabetos ADM₁ a ADM_m y que tienen longitudes n₁ a n_m (siendo idénticas o no dependiendo de la aplicación) se reconvierten en secuencias de símbolos B₁' a B_m' del conjunto original de símbolos, por ejemplo formado por bits binarios.

45 [0074] Según la figura 8, las secuencias de símbolos B₁' a B_m' del conjunto original de símbolos se suministran a un proceso o unidad de multiplexación MX para generar y emitir un flujo de símbolos de salida B' que puede ser idéntico o representativo de una señal V que se suministrará a una unidad de destino de información T7 como se muestra en el modo de realización de la figura 16.

50 [0075] Las figuras 9 a 16 ejemplifican modos de realización concretos del método C para convertir una señal de datos U según la presente invención, en particular utilizando una pluralidad de tres coincidencias de distribución. Los aspectos del mismo se describen en detalle en las secciones siguientes.

[0076] En lo que sigue, estos y otros aspectos, características y/o propiedades de la presente invención se elucidarán con más detalle:

La invención presentada se refiere en general a los métodos y sistemas de comunicación y, más concretamente, a las técnicas para generar secuencias de símbolos - por ejemplo, de las que constituyen señales que deben transmitirse - con distribuciones deseadas.

[0077] Para lograr una comunicación eficiente en términos de potencia - por ejemplo, en canales ruidosos - los símbolos que se transmiten dentro de una señal deben seguir una determinada distribución. Para lograrlo, los bits de datos o los símbolos de datos más generales necesitan ser mapeados a una secuencia de símbolos con una distribución deseada. El mapeo debe ser invertible, de modo que los símbolos o bits de datos originales puedan recuperarse a partir de la secuencia de símbolos, por ejemplo, después de la transmisión y recepción en un lado de la recepción.

[0078] Los dispositivos configurados para realizar dicho mapeo de símbolos o bits originales a una distribución deseada de símbolos o bits se denominan emparejadores de distribución.

[0079] Para los canales paralelos con diferentes calidades de canal, por ejemplo en los sistemas DSL, cada canal puede necesitar tener una secuencia con un alfabeto diferente como conjunto fundamental de símbolos a partir del cual se seleccionan los miembros de la secuencia de símbolos o bits.

[0080] La presente invención tiene su origen en un método o algoritmo que está configurado para asignar el número de k símbolos o bits de datos distribuidos uniformemente a n símbolos o bits con una distribución deseada. Este método o algoritmo tiene dos problemas. (1) La codificación y decodificación se vuelven complejas para alfabetos de salida grandes. (2) La longitud de salida n debe ser lo suficientemente grande como para garantizar que la tasa k/n del método o algoritmo se acerque a un valor óptimo.

[0081] Por ejemplo, en la DSL - es decir, la comunicación por línea de abonado digital- se utilizan tamaños de alfabeto grandes comparables, por ejemplo de 256 puntos de señal y más por dimensión real. Debido a las diferentes calidades de canal, pueden producirse varias secuencias cortas con diferentes tamaños de alfabeto. Los tamaños de alfabeto grandes hacen que la generación de secuencias de símbolos sea compleja, mientras que las longitudes de secuencia cortas conducen a velocidades subóptimas.

[0082] La invención presentada proporciona una técnica para generar una secuencia de símbolos o bits con una distribución deseada combinando varias presecuencias sobre alfabetos más pequeños, por ejemplo, secuencias binarias.

[0083] Cada presecuencia tiene una determinada distribución y puede ser generada a partir de datos binarios presentes en el sistema considerado por emparejadores de distribución apropiados. En particular, pueden utilizarse presecuencias binarias generadas por emparejadores de distribución binaria.

[0084] La secuencia de símbolos generada puede utilizarse para la conformación de la señal con el fin de lograr una comunicación eficiente en términos de potencia en canales de comunicación ruidosos, por ejemplo, modulación de orden superior para sistemas de comunicación óptica.

[0085] En particular, la presente invención está configurada para resolver los problemas (1) y (2) mencionados anteriormente: Por un lado, dado que utiliza varios emparejadores de distribución DM con alfabetos de salida más pequeños para generar secuencias de símbolos, la complejidad de los emparejadores de distribución DM es baja y, por otro lado, el uso de emparejadores de distribución DM con un alfabeto más pequeño garantiza que la velocidad se acerque al valor óptimo para secuencias cortas.

[0086] La presente invención puede utilizarse para generar secuencias de símbolos combinando un símbolo o una salida binaria de los emparejadores de distribución binaria DM.

[0087] Pueden combinarse presecuencias de diferentes longitudes para generar simultáneamente secuencias de símbolos o de bits sobre diferentes alfabetos. Estas secuencias de símbolos o bits pueden utilizarse para la conformación de señales para canales de comunicación paralelos, por ejemplo de un sistema de comunicación DSL.

[0088] Para la generación de las presecuencias, se puede utilizar cualquier emparejador de distribución DM, en particular, cualquiera de los sugeridos conocidos en la técnica.

[0089] Estas y otras características y ventajas comprendidas o logradas por la presente invención se harán evidentes a partir de los dibujos adjuntos y la siguiente descripción detallada.

[0090] En este contexto, el contenido de la tabla de la figura 9 debe interpretarse en el contexto de la figura 10, en la que la tabla muestra las distribuciones de las secuencias binarias de salida de los tres emparejadores de distribución binaria utilizados para el ejemplo de la figura 10.

5 [0091] La configuración mostrada en la figura 5 y dilucidada además por las estructuras parciales mostradas en las figuras 1 a 4 dilucidan un mapeo de secuencias de símbolos primarios en el sentido de secuencias de bits a secuencias de símbolos secundarios.

[0092] Un número de m presecuencias binarias bn_1 a bn_m cada una de una longitud respectiva y no necesariamente igual de n_j bits con $j = 1, \dots, m$ son generadas por los m emparejadores de distribución DM_1 a DM_m como se muestra en la figura 2.

10 [0093] En este ejemplo, cada comparador de distribución DM_j utiliza k_j bits de datos presentes en el sistema considerado para generar su símbolo de salida o secuencia de bits bn_j . Los números k_j de símbolos o bits de datos procesados pueden variar, dependiendo de las distribuciones impuestas a las secuencias de símbolos o bits bn_j .

15 [0094] Según la figura 10, se muestra una distribución de tipo gaussiano en el alfabeto de símbolos subyacente $\{-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7\}$. La abscisa en la figura 10 representa la línea real. Las probabilidades de los respectivos símbolos se muestran en la dirección vertical en la ordenada mediante puntos respectivos. La distribución se genera combinando - en este ejemplo - la salida de tres emparejadores de distribución binaria DM_1 a DM_3 . Las distribuciones binarias de las tres secuencias de símbolos o bits se muestran en la tabla de la figura 9.

[0095] A continuación se hace referencia a las distribuciones mostradas en la figura 11 y a las tablas mostradas en las figuras 12 y 13.

20 [0096] Se utiliza el mapeo de bits logrado por el mapeador de bits BM_1 de la tabla de la figura 12, que se muestra como una etiqueta de 3 bits en la abscisa o eje horizontal. El mapeo de bits según el mapeador de bits BM_1 es una instancia del esquema NBBC (código binario de base natural) como se explica a continuación.

25 [0097] La figura 11 aclara la generación de secuencias con distribuciones de tipo gaussiano sobre tamaños de alfabeto 8 y 4. Los mapeadores de bits BM_1 y BM_2 aparecen en las tablas de las figuras 12 y 13, respectivamente. Las secuencias de bits tienen las distribuciones binarias de la tabla de la figura 9.

[0098] La tabla de la figura 12 aclara el mapeador de bits BM_1 basado en un esquema NBBC para un alfabeto con ocho símbolos.

[0099] La tabla de la figura 13 aclara el mapeador de bits BM_2 basado en un esquema NBBC para un alfabeto con cuatro símbolos.

30 Generación de distribuciones de símbolos:

35 [0100] Las secuencias de símbolos se generan a partir de secuencias sobre alfabetos más pequeños, por ejemplo, un alfabeto binario. La Fig. 5 - con explicaciones de las figuras 1 a 4 - representa el mapeo de m secuencias de bits paralelas a una secuencia de símbolos. Un número de m emparejadores de distribución binaria DM_1 a DM_m transforma símbolos o bits de entrada uniformemente distribuidos en un número de m secuencias de bits independientes - en este caso - cada una de longitud n .

[0101] El mapeador utiliza un mapeador de bits BM en la forma de $f: \{0, 1\}^m \rightarrow ABM$, siendo ABM el alfabeto del mapeador de bits BM , para mapear la entrada $B_1, \dots, B_m$ a un símbolo en el alfabeto ABM .

[0102] La Fig. 11 representa la extensión de la Fig. 5 al caso en que las secuencias de símbolos sobre diferentes tamaños de alfabeto se generan a partir de las mismas secuencias de bits.

40 Generación de distribuciones de tipo gaussiano mediante el código binario de base natural (NBBC)

[0103] El esquema descrito puede utilizarse para generar a partir de m secuencias de bits una secuencia de símbolos sobre un alfabeto con $M = 2^m$ símbolos con una distribución de tipo gaussiano.

[0104] Un mapeador de bits asigna m bits a un símbolo. Se propone utilizar el esquema de código binario de base natural (NBBC) para generar distribuciones de tipo gaussiano. El esquema NBBC puede ser construido como sigue.

45 - Indexación del alfabeto de símbolos por los números naturales $0, 1, 2, \dots, M-1$.

- Utilizar la representación de m bits $B_1B_2\dots B_m$ del índice.

- Si $B_1 = 0$, entonces usar $B_2\dots B_m = B_2B_3 \dots B_m$.

- Si $B_1 = 1$, entonces utilizar $B_2B_3...B_m = B_mB_{m-1}...B_2$, es decir, utilizar los B_j en orden inverso.

[0105] Las tablas de las figuras 12 y 13 muestran los esquemas NBBC para $M = 8$ ($m = 3$) y $M = 4$ ($m = 2$), respectivamente, como ejemplos.

5 [0106] La Figura 10 muestra un ejemplo de una distribución de tipo gaussiano para $M = 8$ ($m = 3$) generada mediante la combinación de tres emparejadores de distribución binaria DM_1 a DM_3 con un mapeador de bits NBBC BM.

Generación de varias distribuciones de símbolos:

10 [0107] Utilizando un número de m secuencias de bits de diferentes longitudes de salida, se pueden generar simultáneamente varias secuencias de símbolos más cortas sobre diferentes tamaños de alfabeto. El tamaño del alfabeto se determina por el número de secuencias de bits que se superponen. Si dos secuencias de bits se solapan, el tamaño del alfabeto de símbolos es $2^2 = 4$. Si se superponen m secuencias de bits, el tamaño del alfabeto de símbolos es de 2^m . Para cada segmento de salida, el mapeador de bits BM se elige en función del número de secuencias de bits que se superponen.

15 [0108] En la figura 11 se muestra un ejemplo. En este contexto, se generan secuencias de bits de longitudes n_1 , n_2 , n_3 con $n_1 = n_2$ y $n_3 < n_1$. Así, para la longitud n_3 , se superponen tres secuencias de bits y se puede generar una secuencia de símbolos con tamaño de alfabeto $2^3 = 8$.

[0109] Para las restantes posiciones n_1 - n_3 , se superponen dos secuencias de bits y se genera una secuencia de símbolos con un tamaño de alfabeto $2^2 = 4$.

Generación de varias distribuciones de tipo gaussiano:

20 [0110] Utilizando mapeos de bits del esquema NBBC que corresponden al número de secuencias de bits superpuestas, cada segmento de salida puede ser generado de acuerdo con una distribución de tipo gaussiano sobre el tamaño de alfabeto apropiado. La figura 11 muestra un ejemplo para la generación simultánea de una distribución de tipo gaussiano para tamaños de alfabeto de símbolos $M = 8$ ($m = 3$) y $M = 4$ ($m = 2$) utilizando los mapeos de bits del esquema NBBC BM_1 y BM_2 mostrados en las tablas de las figuras 12 y 13.

Vista del Sistema:

25 [0111] La presente invención tiene su origen en los siguientes aspectos:

- Consideremos un transmisor y un receptor que experimentan una determinada calidad de conexión en el sentido de una relación señal/ruido (SNR). Suele venir impuesta por las condiciones ambientales, por ejemplo, por la distancia a una estación base, la longitud de los cables de cobre y otros factores similares.

30 - Antes de la transmisión de datos, el transmisor y el receptor se ponen de acuerdo sobre la configuración de la transmisión, por ejemplo, acuerdan el tamaño de la constelación y el código de corrección de errores que se utilizará para garantizar que la comunicación sea fiable.

- La transmisión de datos se realiza según estos ajustes acordados. Todos los puntos de constelación se utilizan con la misma probabilidad.

35 [0112] El último aspecto es el más crucial, ya que la igualdad de probabilidades no garantiza la conversión de datos y/o la transmisión de datos más eficiente desde una fuente de señal a un destino de señal.

[0113] Este es el aspecto más destacado para el acceso de la presente invención.

Sistema con emparejador de distribución (DM):

[0114]

- Los aspectos generales de la presente invención son los mismos que en la configuración descrita anteriormente.

40 - Sin embargo, según la presente invención se introduce un grado de libertad adicional que conduce a las ventajas del esquema inventivo de conversión y/o transmisión/recepción de datos sobre el convencional:

- Según la presente invención, el lado del transmisor y el lado del receptor están configurados para acordar una distribución para los puntos de constelación que es diferente de la distribución uniforme.

45 - La imposición de una distribución de tipo gaussiano o con forma aumenta la eficiencia espectral, es decir, se pueden conseguir mayores velocidades de transmisión de datos.

- Hay que señalar que - salvo los pasos que se mencionan a continuación - todos los esquemas de procesamiento pueden ser los mismos cuando se comparan con los orígenes de la invención, en particular, se puede utilizar la misma conexión física y las mismas formas de onda para la transmisión.

5 - En otras palabras, la presente invención se centra en el ajuste de las estadísticas de los puntos de modulación según las condiciones del canal y el acuerdo entre el lado del transmisor y el lado del receptor.

- Sobre la base de la SNR observada, el lado del transmisor y el lado del receptor están configurados para elegir una constelación y una distribución que permitan mejorar la eficacia de la conversión, la transmisión y/o la recepción.

10 - En el sistema del que procede la presente invención, un mapeador de distribución DM crea n símbolos de salida a partir de k símbolos o bits de entrada. En este caso original, los símbolos de salida proceden de un conjunto de gran cardinalidad, por ejemplo, 8 puntos de señal para una representación 8-ASK de codificación por desplazamiento de amplitud.

- En el esquema propuesto por la presente invención, un conjunto de emparejadores de distribución múltiple DM_1 a DM_m sustituye al único emparejador de distribución original.

15 - Y de acuerdo con la presente invención, ahora k_j símbolos o bits de entrada son transformados por los respectivos emparejadores de distribución DM_j en n o más símbolos o bits generales respectivos n_j .

- Así, el conjunto de símbolos de salida es pequeño y, por ejemplo, binario, pero los ceros y los unos tienen una distribución diferente en comparación con los de entrada.

- La presente invención también se dirige a situaciones con conjuntos de salida de mayor cardinalidad. Sin embargo, la configuración binaria es el ejemplo más sencillo.

20 - Las j -th salidas de DM_1 a DM_m son mapeadas al j -th símbolo de salida por un mapeador de símbolos BM.

Otro ejemplo

[0115] A continuación, y haciendo referencia a las figuras 14 y 15, se presenta otro ejemplo con el fin de dilucidar la presente invención y su esquema subyacente.

25 [0116] En primer lugar, el lado del transmisor y el lado del receptor acuerdan una determinada distribución, por ejemplo una distribución como la que se muestra en la tabla de la figura 14. En este contexto, se acuerda también una longitud de salida deseada de $n = 30$.

DM en paralelo:

[0117]

30 - La distribución deseada en los ocho puntos de constelación puede descomponerse en tres distribuciones binarias en el conjunto binario $\{0, 1\}$ representando los símbolos mediante tres bits, véase la tabla correspondiente que se muestra en la figura 15. A título ilustrativo, la etiqueta binaria del símbolo "-3" está resaltada por los recuadros punteados.

- La distribución de símbolos se convierte en la distribución $[1/2, 1/2]_3[1/3, 2/3]_3[2/5, 3/5]$ en $\{0, 1\}_3\{0, 1\}_3\{0, 1\}$.

35 - Se pueden utilizar tres emparejadores de distribución binaria DM_1 a DM_3 con las distribuciones de bits dadas, en lugar de un emparejador de distribución de 8 arios.

- Una posibilidad para implementar ese mapeo deseado son las grandes tablas de búsqueda. La distribución $[1/2, 1/2]$ tiene la misma distribución que los datos de entrada, de modo que la entrada puede copiarse simplemente a la salida.

$$\text{Hay } \binom{30}{10} = 30045015$$

secuencias de longitud 30 que tienen 10 ceros y 20 unos.

40 - Estas secuencias se utilizan para crear una distribución de $[1/3, 2/3]$. Se puede calcular que se necesitan unos 60 MB para almacenar dicha tabla.

$$\text{Hay } \binom{30}{12} = 86493225$$

- Hay secuencias de longitud 30 que tienen 12 ceros y 18 unos.

- Estas secuencias pueden utilizarse para crear una distribución de [2/5,3/5]. Se puede determinar que se necesitan unos 240 MB para almacenar dicha tabla.

- Por lo tanto, se puede ahorrar memoria y, al mismo tiempo, se consigue un aumento de la eficiencia y la flexibilidad al utilizar una codificación algorítmica al instante en lugar de las tablas de consulta. En este caso, se puede utilizar la codificación aritmética.

5

- Las longitudes de entrada de los tres emparejadores de distribución DM_1 a DM_3 de este ejemplo son:

- $k_1 = 30$ bits (sólo copiando la entrada a la salida).

- $k_2 = \log_2(30045015) = 24$ bits (necesaria es una selección de 30045015 posibles secuencias de salida que tienen 10 ceros y 20 unos).

10 - $k_3 = \log_2(86493225) = 26$ bits (necesaria es una selección de 86493225 posibles secuencias de salida que tienen 12 ceros y 18 unos).

DM convencional:

[0118]

15 - Este comparador de distribución necesita indexar secuencias de longitud 30 con los 8 símbolos {-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7} que aparecen 2, 3, 4, 6, 6, 4, 3, 2 veces, respectivamente.

- Hay 6.1689 - 1021 secuencias de este tipo. Esto corresponde a 1,5728 - 107 TB de memoria y no es implementable.

- Alternativamente, la codificación al instante por medio de la codificación aritmética, como se ha sugerido, puede utilizarse también para las secuencias de símbolos, lo que, sin embargo, es de mayor complejidad que el uso de tres emparejadores de distribución binaria en paralelo.

20 [0119] Además de la descripción anterior de la presente invención, para una divulgación adicional se hace referencia explícita a la representación gráfica de las figuras 1 a 16.

Lista de signos de referencia:

[0120]

ABM alfabeto del proceso/unidad de mapeo (inverso) de símbolos/bits BM

25 ADM_j alfabeto del proceso/unidad de correspondencia de distribución (inversa), $j = 1, \dots, m$

bnj pre-secuencia de símbolos/bits con longitud n (en el lado de entrada), $j = 1, \dots, m$

bn_j' secuencia de símbolos/bits de longitud n (en el lado de salida), $j = 1, \dots, m$

B símbolo de entrada/flujo de bits B' (salida) flujo de símbolos/bits

B_j flujo de símbolos/ bits parciales, $j = 1, \dots, m$

30 B_j' flujo de símbolos/ bits parciales, $j = 1, \dots, m$

Proceso/Unidad de mapeo de símbolos/bits BM

Subproceso/subunidad de mapeo de símbolos/bits BM_j

Proceso/unidad de mapeo (inverso/invertido) de símbolos/bits BM-1

Proceso/Unidad de correspondencia de distribución DM_j, $j = 1, \dots, m$

35 Proceso/unidad de correspondencia de distribución (inversa/invertida) DM_j-1, $j = 1, \dots, m$

Proceso/unidad de demultiplexación DMX

Proceso/unidad de demultiplexación MX

r(t) señal enviada, después del canal T4 y antes del demodulador T5

s(t) señal a enviar, después del modulador T3 y antes del canal T4

S secuencia de símbolos de salida

S' secuencia de símbolos de entrada T sistema de transmisión/recepción

5 Unidad de fuente de información T1

Unidad de codificación T2

Unidad moduladora T3

Unidad de canal de transmisión/recepción (forma de onda) T4

Unidad demoduladora T5

10 Unidad de decodificador T6

T7 unidad de destino de información

Señal U de la fuente T1, antes del codificador T2

Señal V al destino T7, después del decodificador T6

15 Señal X, después del codificador T2 y antes del modulador T3

Señal Y, después del demodulador T5 y antes del decodificador T6

REIVINDICACIONES

1. Método de conversión de una señal de datos (U) para un transmisor,

que comprende procesos de

- 5 - proporcionar un flujo de símbolos de entrada (B) que sea representativo de la señal de datos (U) a convertir mediante al menos una de las siguientes opciones
 - recuperar el flujo de símbolos de entrada (B) desde un medio de almacenamiento o desde un proceso de generación de símbolos y
 - recibir, demodular y/o descodificar una señal que sea representativos de o que transmite el flujo de símbolos de entrada (B),
- 10 - demultiplexar (DMX) el flujo de símbolos de entrada (B) para descomponer consecutivamente el flujo de símbolos de entrada (B) en un número m de flujos de símbolos parciales descompuestos ($B_1, \dots, B_m$), siendo m un número natural, comprendiendo cada flujo de símbolos parciales ($B_1, \dots, B_m$) un conjunto de k_j símbolos parciales, siendo k_j para cada $j = 1, \dots, m$ siendo un número natural con j indicando el
- 15 respectivo flujo de símbolos parciales, - aplicando en cada uno de los flujos de símbolos parciales descompuestos ($B_1, \dots, B_m$) un proceso de correspondencia de distribución asignado ($DM_1, \dots, DM_m$), generando y emitiendo así para cada flujo de símbolos parciales descompuesto ($B_1, \dots, B_m$) una presecuencia respectiva ($bn_1, \dots, bn_m$) de n símbolos como secuencia de símbolos de salida intermedia, siendo n un número natural,
- 20 - en el que los n símbolos de cada secuencia de símbolos de salida intermedia se generan a partir de los k_j de símbolos consecutivos proporcionados por el proceso de demultiplexación al respectivo proceso de mapeo de distribución, y en el que la probabilidad de ocurrencia de cada posible valor de los n símbolos de cada secuencia de símbolos de salida intermedia coincide con una probabilidad predeterminada que se define para el respectivo proceso de correspondencia de distribución ($DM_1, \dots, DM_m$), y
- 25 - suministrar las presecuencias ($bn_1, \dots, bn_m$) emitidas por los procesos de correspondencia de distribución ($DM_1, \dots, DM_m$) a un proceso de mapeo de símbolos (BM) para generar y emitir una secuencia de símbolos de salida final (S) compuesta por símbolos de salida finales como señal de datos convertida (X),
- 30 - en el que el proceso de mapeo de símbolos combina cada uno de los n símbolos intermedios de salida de los procesos de correspondencia de distribución para obtener los símbolos de salida finales de la secuencia de símbolos de salida final (S), donde cada símbolo de salida se obtiene mapeando un símbolo respectivo de cada secuencia de símbolos de salida intermedios a un símbolo de salida, los símbolos de salida finales representan puntos de constelación para una
- 35 transmisión a un receptor, y donde m símbolos de salida intermedios respectivos de diferentes procesos de correspondencia de distribución se mapean a exactamente un símbolo de salida final, donde cada símbolo de salida final corresponde a exactamente un punto de constelación;
- en el que:
 - cada uno de los procesos de correspondencia de distribución ($DM_1, \dots, DM_m$) y el proceso de mapeo de símbolos (BM) se basan en un respectivo alfabeto asignado ($ADM_1, \dots, ADM_m$; ABM) de símbolos, - la cardinalidad de cada uno de los alfabetos ($ADM_1, \dots, ADM_m$) de los procesos de correspondencia de distribución ($DM_1, \dots, DM_m$) es inferior a la cardinalidad del alfabeto (ABM) del proceso de mapeo de símbolos (BM),
 - cada uno de los respectivos procesos de correspondencia de distribución ($DM_1, \dots, DM_m$) (y el proceso de asignación de símbolos (BM) son invertibles y se basan en una distribución predefinida acordada por los lados subyacentes del transmisor y del receptor, y
 - cada uno de los procesos de adaptación de la distribución ($DM_j, j = 1, \dots, m$) está configurado para ordenar los símbolos consecutivos proporcionados por el proceso de demultiplexación (DMX) dentro de cada una de las presecuencias respectivas ($bn_1, \dots, bn_m$) de n símbolos, de tal manera que para la secuencia de símbolos de salida final (S) la distribución empírica coincida o se aproxime a una distribución deseada, en la que la distribución deseada se basa en una SNR observada entre el
- 50 transmisor y el receptor.

2. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- para un proceso de correspondencia de distribución respectivo (DM_j , $j = 1, \dots, m$) el número respectivo k_j de símbolos consecutivos es uno de

- fijo o

- variable.

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

- en el que el proceso de asignación de símbolos (BM) tiene m canales de entrada y en el que m canales de entrada están distribuidos en una pluralidad de subprocesos de asignación de símbolos ($BM_1, \dots, BM_I$) y/o

- en el que el flujo de símbolos de entrada (B), al menos uno de los flujos de símbolos parciales ($B_1, \dots, B_m$), al menos una de las respectivas presecuencias ($bn_1, \dots, bn_m$) de secuencias de símbolos de salida intermedios.

4. Método para reconvertir una señal de datos convertida (Y) para un receptor,

que comprende procesos de

- proporcionar un flujo de símbolos de entrada (S') que sea representativo de la señal de datos convertida (Y) que se va a reconvertir recibiendo, demodulando y/o decodificando una señal que sea representativa del flujo de símbolos de entrada (B') o que la transmita,

- suministrar dicho flujo de símbolos de entrada (S') a un proceso de mapeo inverso de símbolos (BM-1) con m canales de salida y siendo m un número natural para generar y emitir un número de m secuencias de símbolos de salida intermedios ($bn_1', \dots, bn_m'$) de n símbolos siendo n números naturales, en el que el proceso de mapeo inverso de símbolos reconvierte los símbolos de entrada del flujo de símbolos de entrada (S') para obtener los n símbolos de salida intermedios para las secuencias de símbolos de salida intermedios,

- en el que cada símbolo de entrada se mapea a m símbolos de salida intermedios de diferentes secuencias de símbolos de salida intermedios, en el que cada símbolo de entrada corresponde exactamente a un punto de constelación para una transmisión de un receptor, y

- en el que exactamente un símbolo de entrada se mapea a m respectivos símbolos de salida intermedios que se emiten a diferentes procesos de coincidencia de distribución;

- aplicar a cada una de las secuencias de símbolos de salida intermedios ($bn_1', \dots, bn_m'$) un proceso de correspondencia de distribución inversa asignado ($DM_{1-1}, \dots, DM_{m-1}$), generando así y emitiendo cada una de las secuencias de símbolos de salida intermedios ($bn_1', \dots, bn_m'$) a un respectivo flujo de símbolos parciales ($B_1', \dots, B_m'$) de k_j símbolos, siendo k_j un número natural para todo $j = 1$ a m con j indicando el respectivo flujo de símbolos parciales,

- en el que los k_j símbolos de cada flujo de símbolos parciales se generan a partir de los n símbolos consecutivos proporcionados por el proceso de mapeo de símbolos (BM-1) al respectivo proceso de mapeo de distribución, y en el que la probabilidad de ocurrencia de cada posible valor de los n símbolos de cada secuencia de símbolos de salida intermedios coincide con una probabilidad predeterminada que se define para el respectivo proceso de correspondencia de distribución inversa ($DM_1, \dots, DM_m$); y

- multiplexar (MX) los flujos de símbolos parciales ($B_1', \dots, B_m'$) para componer consecutivamente y emitir un flujo de símbolos de salida final (B') que sea, o sea representativo de, la señal de datos reconvertida (V),

en el que:

- cada uno de los procesos de correspondencia de distribución inversa ($DM_{1-1}, \dots, DM_{m-1}$) y el proceso de mapeo inverso de símbolos (BM-1) se basan en un alfabeto asignado respectivo ($ADM_1, \dots, ADM_m$; ABM) de símbolos,

- la cardinalidad de cada uno de los alfabetos ($ADM_1, \dots, ADM_m$) de los procesos de correspondencia de distribución inversa ($DM_{1-1}, \dots, DM_{m-1}$) es inferior a la cardinalidad del alfabeto (ABM) del proceso de mapeo inverso de símbolos ($BM-1$), y

5 - cada uno de los respectivos procesos de correspondencia de distribución inversa ($DM_{j-1}, j = 1, \dots, m$) y el proceso de mapeo inverso de símbolos ($BM-1$) son invertibles y se basan en una distribución predefinida acordada por los lados subyacentes del transmisor y del receptor, y

10 - cada uno de los procesos de correspondencia de distribución inversa ($DM_{j-1}, j = 1, \dots, m$) está configurado de tal manera que los procesos de correspondencia de distribución subyacentes ($DM_j, j = 1, \dots, m$) son capaces de organizar los símbolos consecutivos proporcionados por un proceso de demultiplexación (DMX) dentro de una de las presecuencias respectivas ($bn_1, \dots, bn_m$) de n_j símbolos, de manera que para una secuencia de símbolos de salida final (S) una distribución empírica coincida con una distribución deseada, en la que la distribución deseada se basa en una SNR observada entre el transmisor y el receptor.

5. Método según la reivindicación 4, en el que:

15 - para un proceso de correspondencia de distribución inversa ($DM_{j-1}, j = 1, \dots, m$) el número respectivo k_j de símbolos consecutivos es uno de

- fijo o
- variable.

6. Método según la reivindicación 4 o 5,

20 - en el que

- cada uno de los procesos de correspondencia de distribución inversa ($DM_{j-1}, j = 1, \dots, m$) y/o dicho proceso de mapeo inverso de símbolos ($BM-1$) está/están configurados de manera que los procesos de correspondencia de distribución subyacente ($DM_j, j = 1, \dots, m$) y/o el proceso de mapeo de símbolos (BM) son capaces de aproximar la distribución empírica de una secuencia de símbolos de salida final (S) a dicha distribución predefinida subyacente respectiva.

25

7. Método (T) de transmisión y recepción de datos,

- en el que una sección de transmisión de datos comprende un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y

30 - en el que una sección de recepción de datos comprende un método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6;

- en el que los procesos de correspondencia de distribución ($DM_j, j = 1, \dots, m$) y procesos de correspondencia de distribución inversa ($DM_{j-1}, j = 1, \dots, m$) que intervienen

- son inversos entre sí y
- tienen respectivamente alfabetos coincidentes ($ADM_j, j = 1, \dots, m$), y

35 - en el que los procesos de mapeo de símbolos (BM) y procesos de asignación de símbolos inversos ($BM-1$) que intervienen

- son inversos entre sí y
- tienen respectivamente alfabetos coincidentes ($ABM_j, j = 1, \dots, m$).

40 8. Sistema de transmisión y recepción de datos (T), que comprende una unidad de procesamiento configurada para realizar un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

Fig. 1

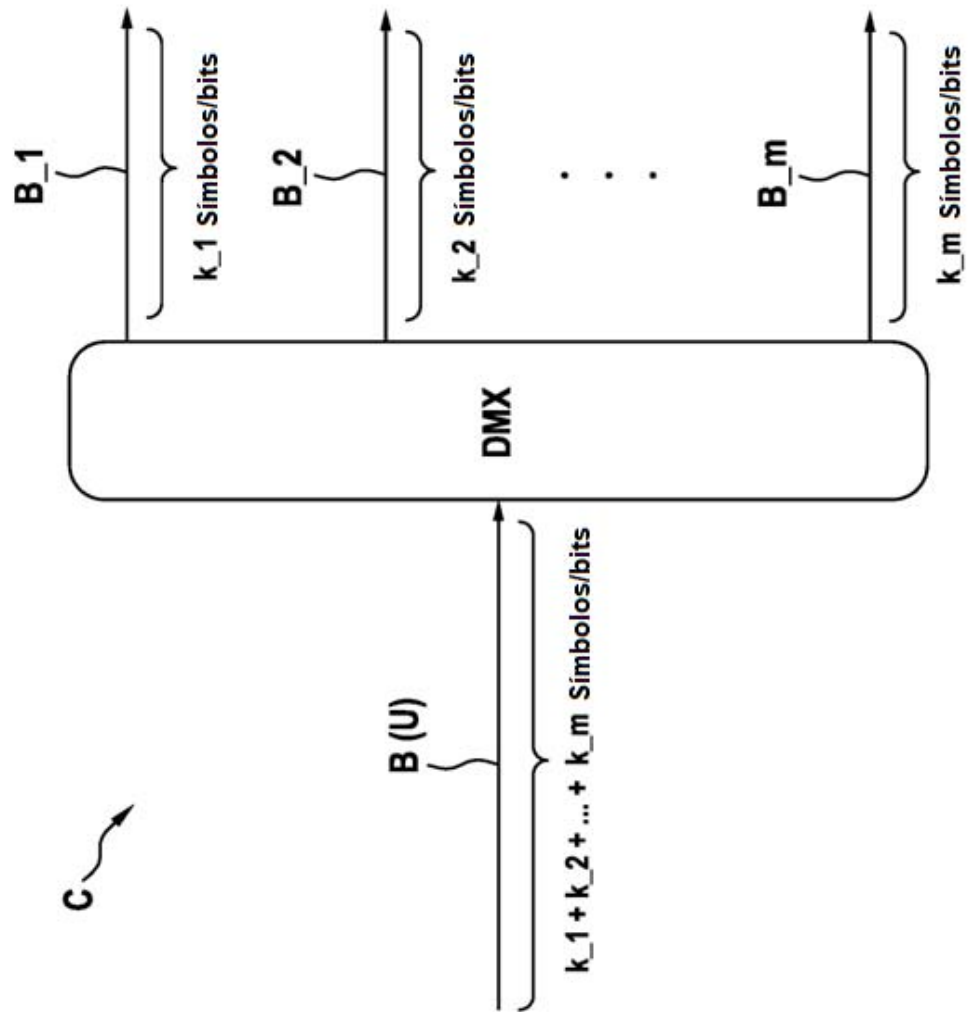
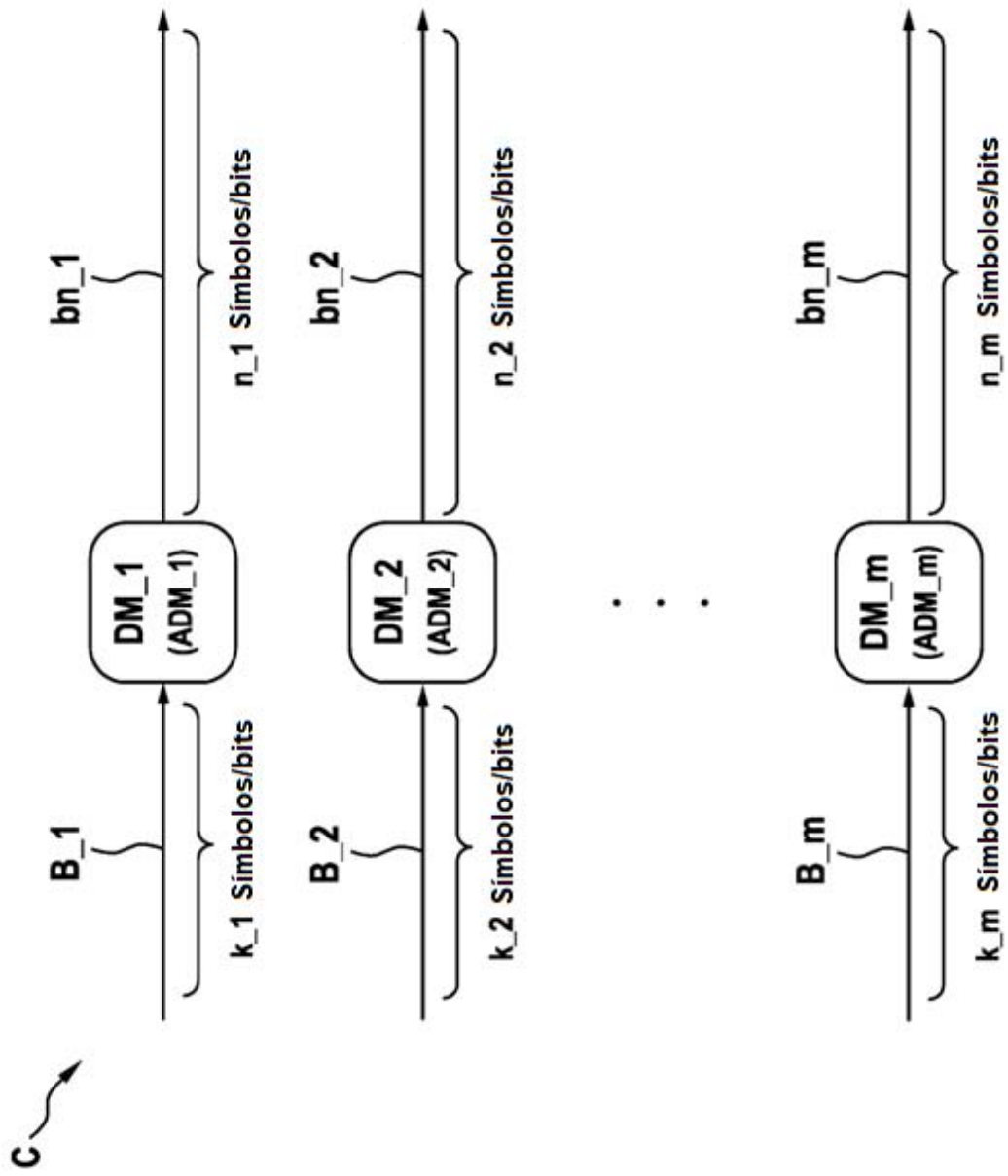


Fig. 2



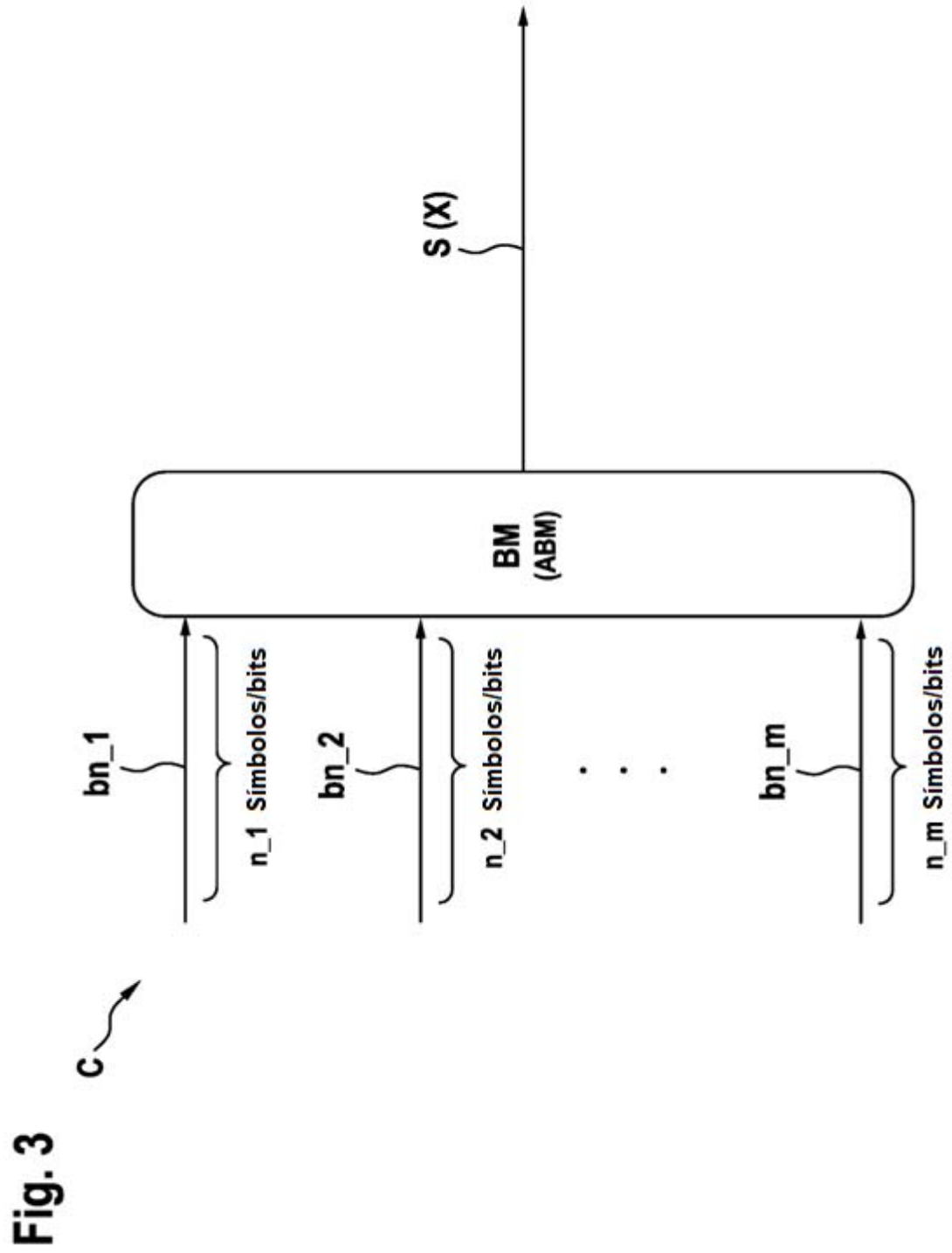


Fig. 4

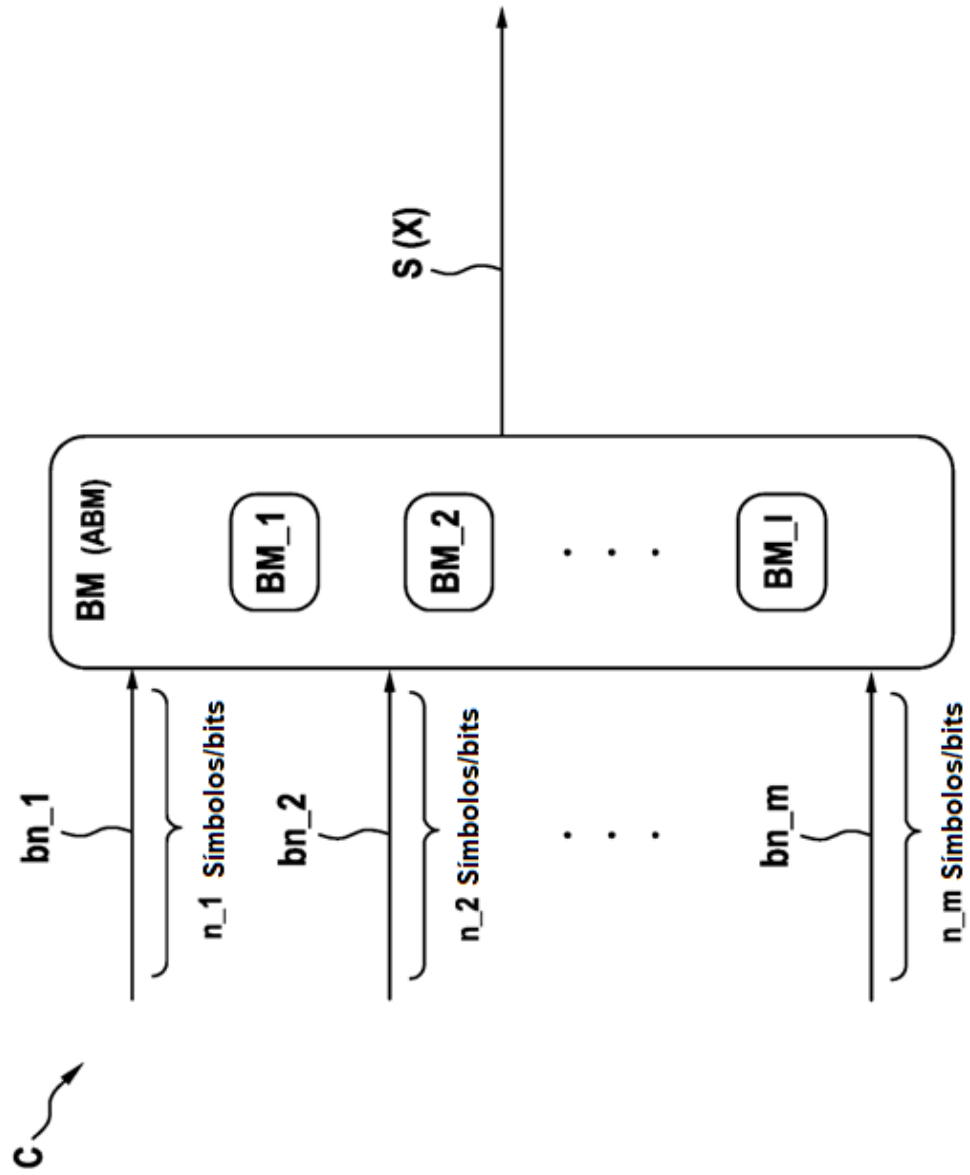
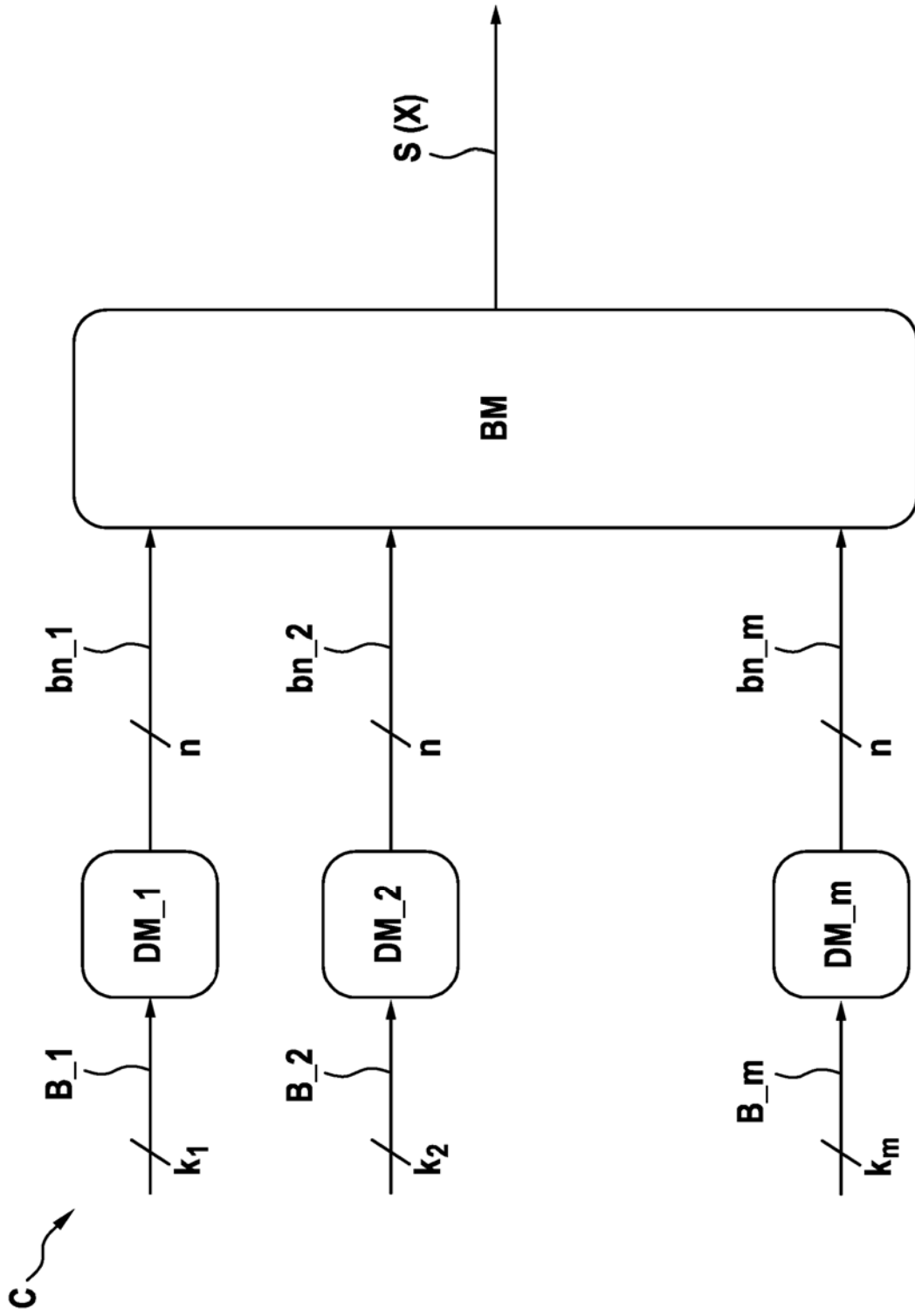


Fig. 5



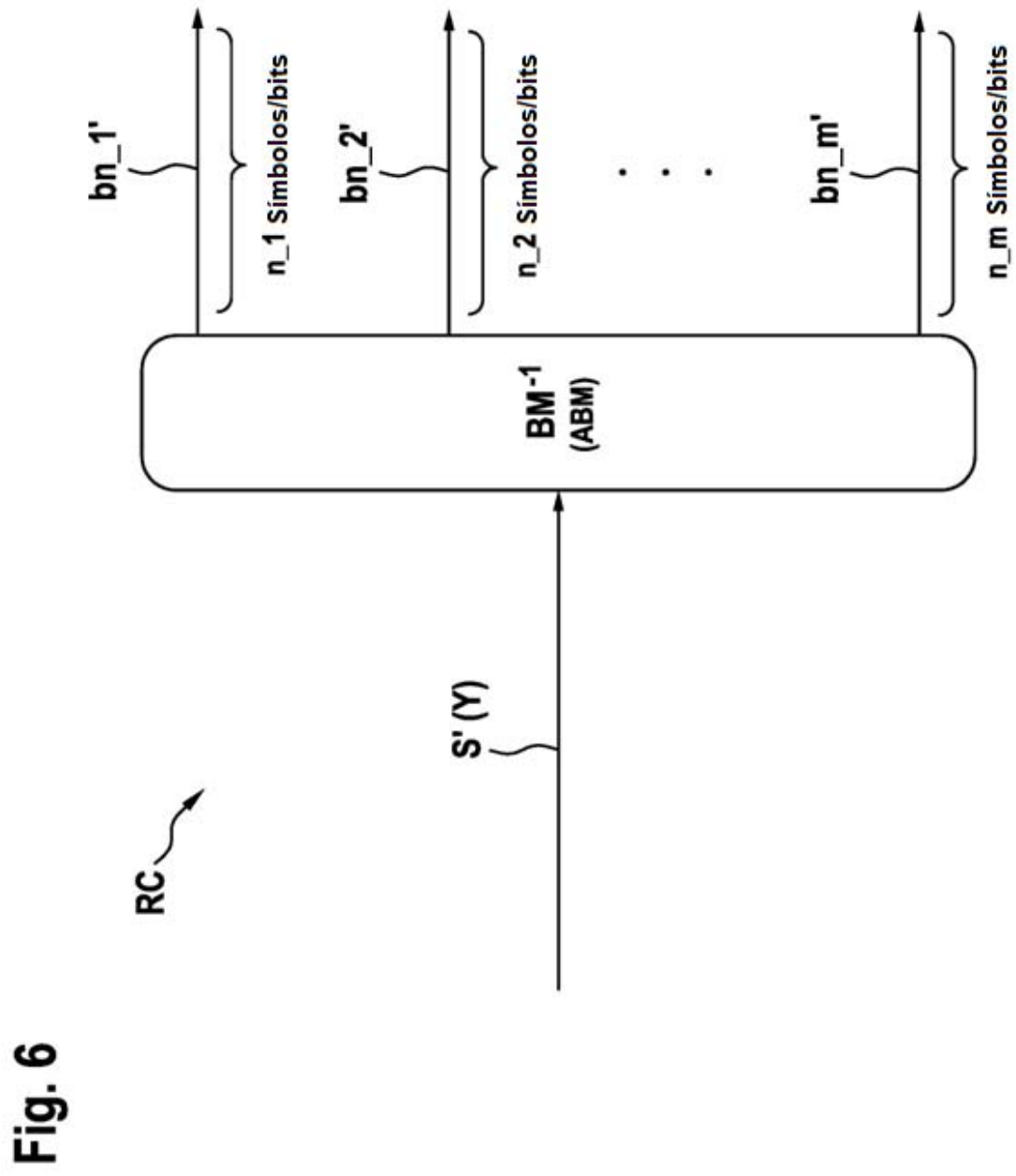


Fig. 7

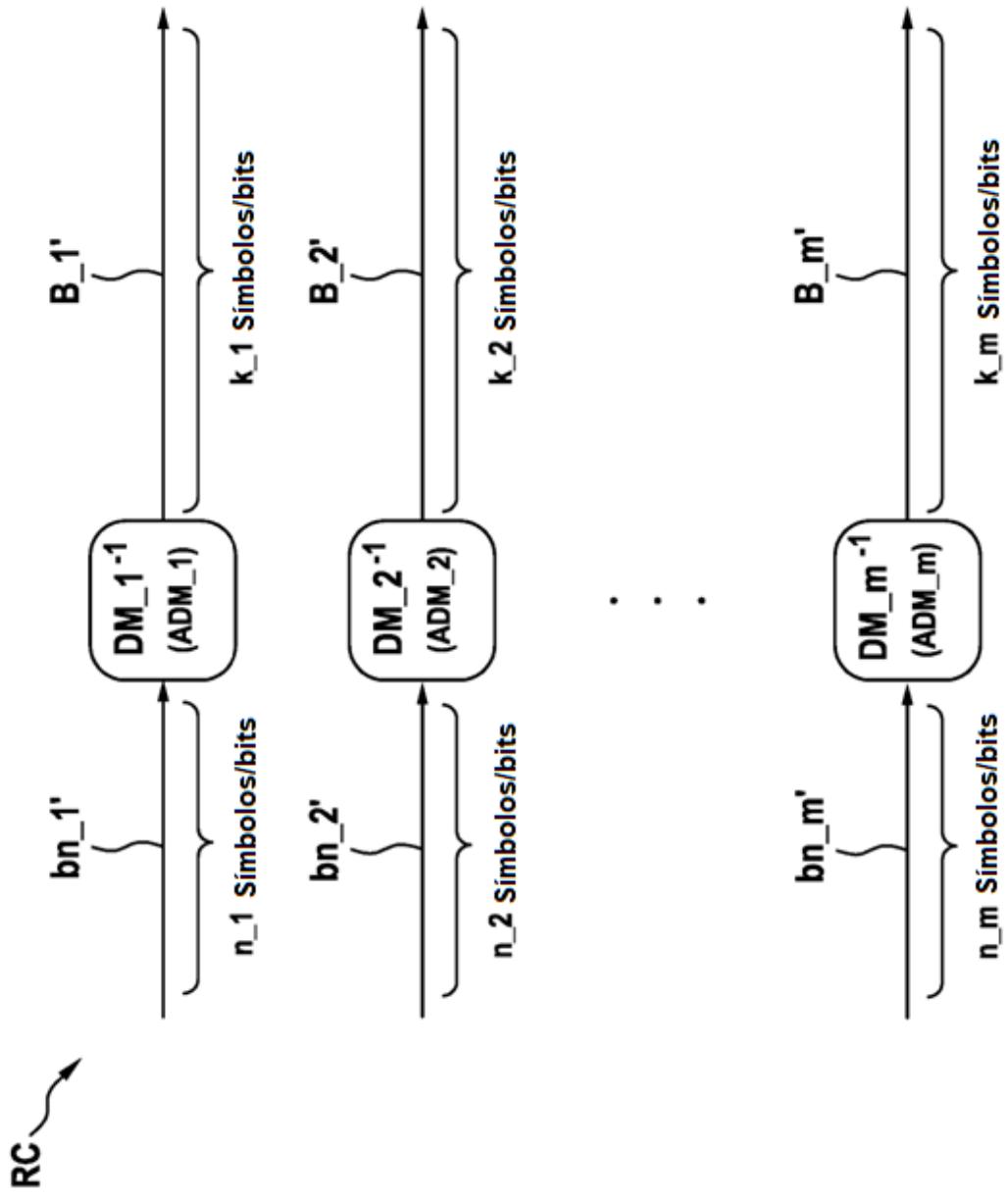


Fig. 8

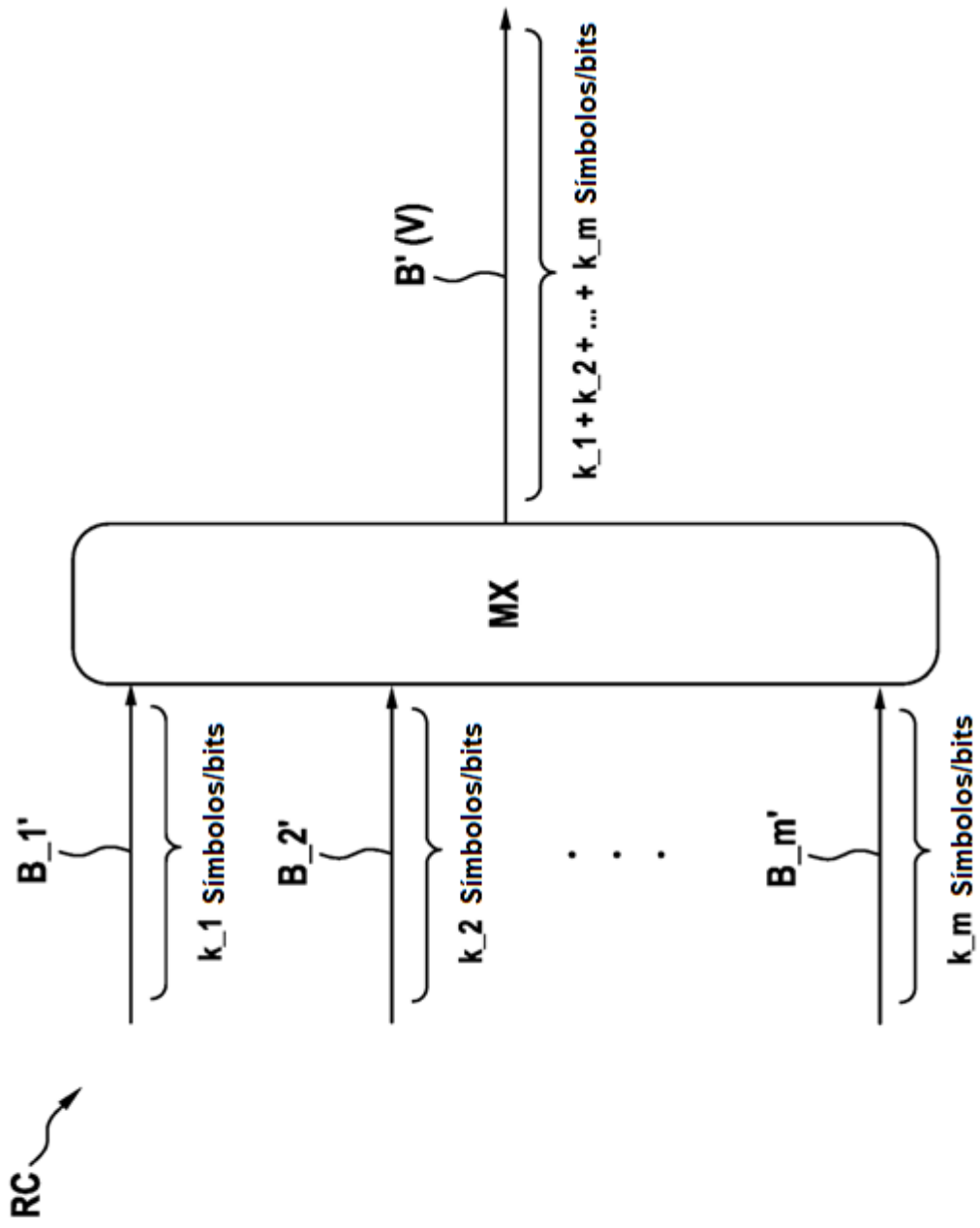


Fig. 9

			$P_{B_i}(0)$	$P_{B_i}(1)$
DM ₁	salida	B ₁	0.5	0.5
DM ₂	salida	B ₂	0.18	0.82
DM ₃	salida	B ₃	0.53	0.47

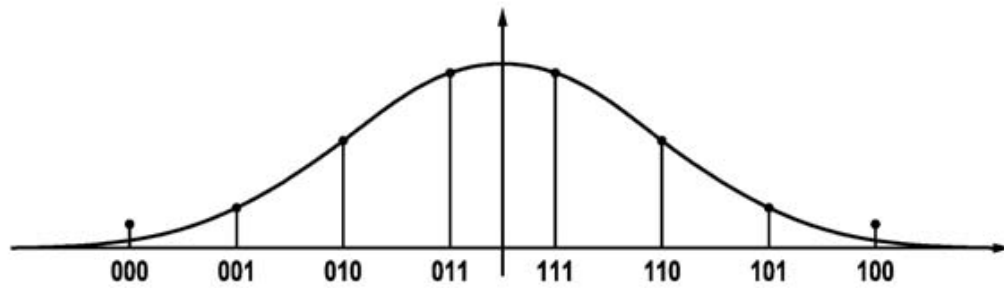
Fig. 10

Fig. 11

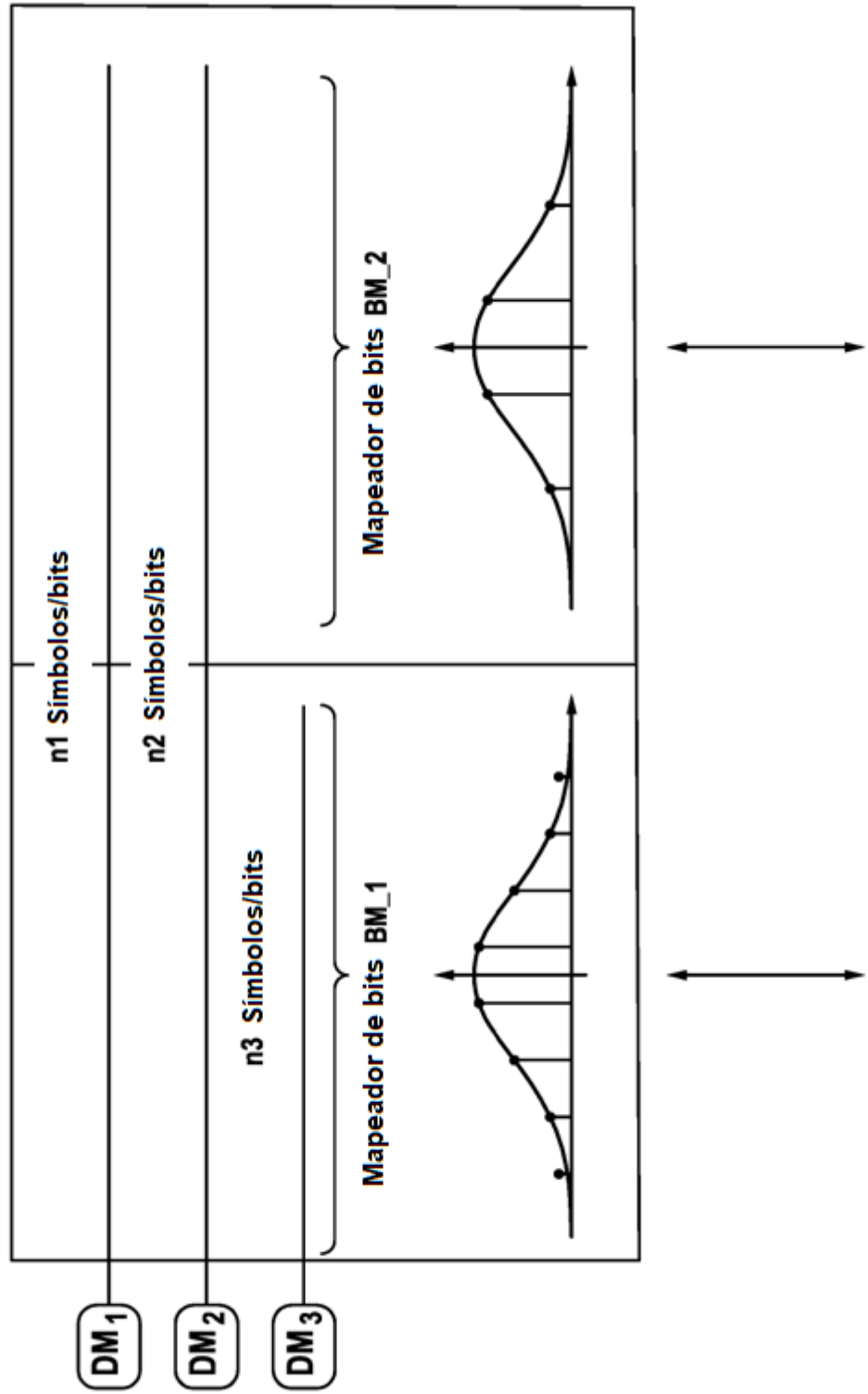


Fig. 12



B ₁	B ₂	B ₃	símbolo
0	0	0	-7
0	0	1	-5
0	1	0	-3
0	1	1	-1
1	1	1	1
1	1	0	3
1	0	1	5
1	0	0	7

Fig. 13

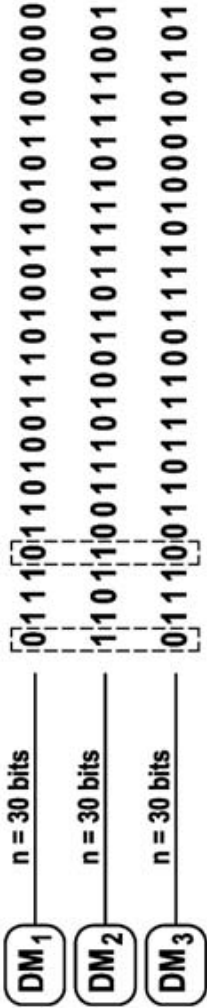


B ₁	B ₂	símbolo
0	0	-3
0	1	-1
1	1	1
1	0	3

Fig. 14

símbolo	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7
probabilidad	2/30	3/30	4/30	6/30	6/30	4/30	3/30	2/30

Fig. 15



Mapeo con tabla: -3,1,5,1,-3,...(en total 30 símbolos)

B ₁	B ₂	B ₃	símbolo
0	0	0	-7
0	0	1	-5
0	1	0	-3
0	1	1	-1
1	1	1	1
1	1	0	3
1	0	1	5
1	0	0	7

Fig. 16

